

REMARKS

Claims 1-3 are pending in this application. By this Amendment, the title, Abstract and claims 1-3 are amended.

The Examiner did not consider the two Japanese references identified in the July 7, 2003 Information Disclosure Statement because copies were not provided. However, the Patent Office rules do not require Applicants to submit copies of references of record in parent applications, as were the two Japanese references. See 37 C.F.R. §1.98(d). For the convenience of the Examiner, copies of the two Japanese references are submitted herewith. The Examiner is requested to consider the references.

The Office Action Summary (Form PTOL-326) included with the Office Action indicates that certified copies of the priority applications have not been received by the PTO. As indicated in box 5 of the Continuing Application Transmittal filed with this application, the priority documents were submitted to the PTO in grandparent application no. 09/099,461. Applicants request the Examiner to confirm that all requirements of 35 U.S.C. §119 have been satisfied.

The title was objected to based on an informality. By this Amendment, the title has been amended responsive to the objection. It is respectfully requested that the objection be withdrawn.

The drawings were objected to because of the use of organic and inorganic in claims 1-3. By this Amendment, claims 1-3 have been amended to remove the objectionable language. It is respectfully requested that the objection be withdrawn.

The Abstract was objected to based on an informality. By this Amendment, the Abstract has been amended to correspond more closely to amended claim 1. It is respectfully requested that the objection be withdrawn.

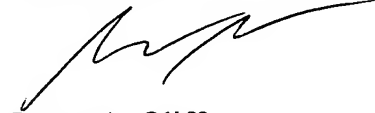
The specification was objected to under 37 C.F.R. §1.71 because of the use of organic and inorganic in claims 1-3. By this Amendment, claims 1-3 have been amended to remove the objectionable language. It is respectfully requested that the objection be withdrawn.

Claims 1-3 were rejected under 35 U.S.C. §112, first paragraph. By this Amendment, claims 1-3 have been amended to remove the objectionable language. It is respectfully requested that the rejection be withdrawn.

In view of the foregoing, it is respectfully submitted that this application is in condition for allowance. Favorable reconsideration and prompt allowance of claims 1-3 are earnestly solicited.

Should the Examiner believe that anything further would be desirable in order to place this application in even better condition for allowance, the Examiner is invited to contact the undersigned at the telephone number set forth below.

Respectfully submitted,



James A. Oliff
Registration No. 27,075

Scott M. Schulte
Registration No. 44,325

JAO:SMS/sxb

Attachments:

Substitute Abstract
JP-A-8-339508
JP-A-10-105919

Date: February 9, 2005

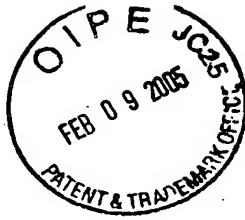
OLIFF & BERRIDGE, PLC
P.O. Box 19928
Alexandria, Virginia 22320
Telephone: (703) 836-6400

DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461
--



Abstract

On a first magnetic layer 27, is formed a ring-shaped insulating layer 28 whose air bearing surface side edge defines a reference position for a throat height, and after forming a write gap layer 29, a second magnetic layer 30 is formed such that the second magnetic layer extends over the ring-shaped insulating layer 28. The write gap layer is selectively removed by performing an etching process using the second magnetic layer as a mask, and then the first magnetic layer is partially removed over a part of its thickness to form a trim structure. After forming a thin film coil 33, 35 within the ring-shaped insulating layer, a third magnetic layer is formed to be brought into contact with a rear portion of the second magnetic layer 31. The third magnetic layer may be contacted with a surface, a surface and side walls or a surface, side walls and an end surface of rear portion of the second magnetic layer. In the thin film magnetic head, a pole chip defining a track width is narrow, magnetic flux saturation and leakage of magnetic flux can be suppressed in spite of a short throat height, and a high recording efficiency can be attained. The invention provides a method of manufacturing easily the thin film magnetic head having such superior performance with a high yield. A thin film magnetic head including a substrate having a major surface, a first magnetic layer formed on or above the major surface of the substrate and having a pole portion, a second magnetic layer having a pole portion which is opposed to the pole portion of the first magnetic layer via a write gap layer and constitutes an air bearing surface together with the pole portion of the first magnetic layer, a third magnetic layer having one end connected to the second magnetic layer and the other end remote from the air bearing surface magnetically coupled with the first magnetic layer, and at least one layer of thin film coil embedded in a first insulating layer which is covered with a second insulating layer whose surface is coplanar with a surface of the pole portion of the second magnetic layer.



JPA 8-339508

Published on December 24, 1996

Filed on June 14, 1995

Applicant: NEC, Tokyo, Japan

Inventors: K. Ohashi et al

A magnetic gap layer 5 is provided on a lower magnetic core 1, and a non-magnetic spacer 4 is provided between the lower magnetic core 1 and the magnetic gap layer 5. The non-magnetic spacer 4 extends from a position which is separated from an air bearing surface 2 by a distance equal to a throat height 21 up to a rear portion over a distance of 5-25 μm . The non-magnetic spacer 4 is formed by sputtering alumina and has a thickness of 1-4 μm . The non-magnetic spacer 4 serves to widen a distance between the lower magnetic core 1 and a pole chip 2 of an upper magnetic core such that a leakage of a magnetic flux therebetween is reduced and magnetic flux efficiency is improved.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 3 3 9 5 0 8

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 12 月 24 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/31		9058 - 5 D	G 1 1 B 5/31	E
		9058 - 5 D		A

審査請求 有 請求項の数 1 0 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平 7 - 1 4 7 5 4 8

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 6 月 14 日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 大橋 啓之

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 浦井 治雄

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 斉藤 信作

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

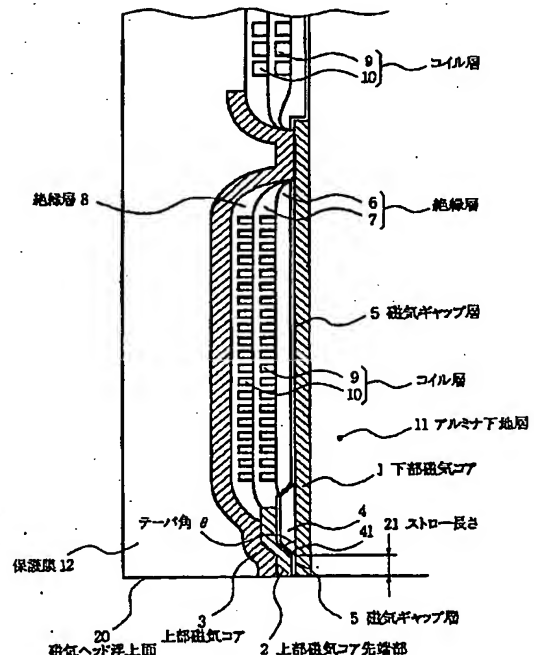
(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法ならびに磁気記憶装

置

(57) 【要約】

【目的】 磁気コアを絶縁膜の熱分解温度よりも高い温度で熱処理することにより、優れた特性の薄膜磁気ヘッドおよびこれを用いた磁気記憶装置を得る。

【構成】 上部磁気コア先端部 2 は、磁気ヘッド浮上面 20 からスロット長さ 21 の部分を経由して非磁性スペーサ 4 の上まで延びる。下部磁気コア 1 と上部磁気コア先端部 2 は成膜後 400 ~ 600 °C で熱処理された高飽和磁束密度の Fe - Ta - N 膜である。Fe - Ta - N 膜の熱処理は高分子膜である絶縁層 6, 7, 8 およびパーマロイ膜である上部磁気コア 3 の形成より前に行う。これにより、絶縁層 6, 7, 8 の形成前に絶縁層の熱分解温度よりも高温で Fe - Ta - N 膜を熱処理することを可能にし、優れた特性の軟磁性膜と高分子絶縁膜とを備えた薄膜磁気ヘッドを提供でき、また、この薄膜磁気ヘッドと高保磁力の磁気記録媒体とを組み合わせることにより、高記録密度の磁気記憶装置を提供できる。



4: 非磁性スペーサ
41: 非磁性スペーサの端部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度 T_1 で熱処理した飽和磁束密度 B_{s1} の磁性膜 A_1 と、温度 T_2 で熱処理した飽和磁束密度 B_{s2} の磁性膜 A_2 （ただし、 $T_2 < T_1$ 、 $B_{s2} < B_{s1}$ ）と、厚さ $1\mu\text{m}$ 以下の非磁性ギャップ層と、薄膜コイルパターンと、高分子膜よりなる絶縁層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、

前記磁性膜 A_1 が前記非磁性ギャップ層の下部と上部とに存在し、かつ前記高分子膜絶縁層の上部には前記磁性膜 A_2 のみが直接もしくは非磁性ギャップ層を介して存在し、かつ前記磁性膜 A_1 と前記磁性膜 A_2 とが直接もしくは前記非磁性ギャップ層を介して接続していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記熱処理温度 T_1 が前記絶縁層の熱分解温度よりも高いことを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 磁気ヘッド浮上面の奥で前記非磁性ギャップ層を介して対抗する上下2つの前記磁性膜 A_1 の間に、厚さ $1\mu\text{m}$ 以上の無機物よりなる非磁性スペーサを有することを特徴とする請求項1または2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記磁性膜 A_1 と前記磁性膜 A_2 との接続面積が、前記磁性膜 A_2 の信号磁束が流れる方向に直交する断面における最小断面積よりも大きいことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 前記磁性膜 A_1 が、 $X = \{\text{Fe}, \text{Co}\}$ 、 $Y = \{\text{Ta}, \text{Zr}, \text{Nb}, \text{Al}\}$ および $Z = \{\text{N}, \text{C}\}$ の三元素を含む $X-Y-Z$ 三元系合金、もしくは四元系以上の合金であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記磁性膜 A_2 が、 Ni-Fe （パーマロイ）もしくは Ni-Fe （パーマロイ）系多元合金、または Co 系アモルファス合金であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 請求項1から7のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記磁性膜 A_1 の熱処理後に前記高分子絶縁層および前記磁性膜 A_2 を形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッドと、保磁力 2500 エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を $0.03\mu\text{m}$ 以上としたことを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項9】 請求項1から7のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッドと、保磁力 2200 エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を $0.07\mu\text{m}$ 以上としたことを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項10】 請求項1から7のいずれか1項記載の

薄膜磁気ヘッドと、保磁力 2800 エルステッド以上の磁気記録媒体とを備えることを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法、ならびこの薄膜磁気ヘッドを用いた磁気記憶装置に関し、特にコンピュータ用磁気記憶装置に用いる薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の薄膜磁気ヘッドは、磁気コア材料として主に電気めっき法で作られたパーマロイ膜が多く使用されている。しかしながら、今後磁気ヘッドにさらに高密度記録が可能な高保磁力の磁気記録媒体への書き込み能力を持たせるためには、磁気コア材料としてパーマロイの飽和磁束密度（ $0.8 \sim 1.0\text{T}$ ）よりも大きい磁束密度を有するものを採用する必要がある。

【0003】磁気記録密度の上限を決める要因の一つである磁気記録媒体の磁化遷移長は、磁気記録媒体の記録点が磁気ヘッドのギャップから遠ざかるときの磁界および磁界勾配に依存する。したがって、記録密度を上げるためにコア材料に要求されることは、少なくとも上部磁気コア（磁気ヘッド後端側）の先端部だけは高飽和磁束密度にすることである。

【0004】図4は、高飽和磁束密度磁性膜を用いた従来の薄膜磁気ヘッドの一例を示す断面図である。

【0005】図4を参照すると、従来の薄膜磁気ヘッドは、アルミナ下地層111に接してパーマロイ膜からなる下部磁気コア31と、パーマロイより高い飽和磁束密度を有する磁性膜からなる下部磁気コア先端部32とがあり、これらの上に非磁性体である磁気ギャップ5、および導体コイル層9、10が配置される。磁気ギャップ5は、上部磁気コア先端部33と下部磁気コア先端部32との間に $0.1 \sim 1.0\mu\text{m}$ 程度の磁気的な隙間を形成することにより、書き込み時には記録磁界を発生し、読み出し時には媒体からの信号磁束を磁気コアに導入する。

【0006】次に、導体コイル層9、10は、周知のパターンめっき法で形成され、材料としてはCuが用いられる。絶縁層6、7、8は、ベーキングしたフォトレジストのパターンで形成された高分子膜である。そして、導体コイル層9、10は、絶縁層6、7、8で囲まれる。絶縁層8の上には高飽和磁束密度磁性膜からなる上部磁気コア先端部33とパーマロイからなる上部磁気コア34とが配置され、下部磁気コア31と下部磁気コア先端部32とともに、導体コイル層9、10と鎖交する磁気回路を形成する。このようにして構成された薄膜磁気ヘッド素子はアルミナの保護膜12で覆われる。

【0007】上述した構成により高飽和磁束密度磁性膜を磁気コアの一部に用いた薄膜ヘッドに関する発明として、例えば、特開平3-144907号公報には、磁気ギャップの磁気記録媒体側に面する磁気コア層に、Ni-Fe膜のバックコア部分より高飽和磁束密度である軟磁性膜を用いる技術が開示されている。これによると、高飽和磁束密度軟磁性膜としてFe-Co-Ni三元系合金またはFe-Co-Ni-Cr四元系合金をめっき法で形成している。

【0008】また、他の例として、例えば、特開平3-029104号公報には、上部磁極もしくは下部磁極に非晶質合金もしくは多層磁性合金からなる2層の積層膜を用い、磁気記録媒体との対抗面には高飽和磁束密度の部材のみを露出させる技術が開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】これらの従来の薄膜磁気ヘッドにおいては、絶縁層にベーキングしたフォトレジスト等の高分子膜を用いることから、この高分子膜の熱分解を防ぐため、上部磁気コア先端部に用いることのできる磁性材料および製造方法が限定されるという欠点がある。

【0010】ベーキングにより架橋したフォトレジストは優れた絶縁膜になるが、300℃以上になると熱分解の程度が激しくなる。したがって、絶縁膜形成後に成膜する上部磁気コアに対しては、300℃以上の温度による熱処理は困難である。また、フォトレジストの代わりに、適切なポリイミド高分子膜を用いると、熱分解温度は上昇するが、その場合でも400℃以上になると熱分解を起こす。

【0011】このような熱分解を避けるためには、絶縁層材料としてベーキングしたフォトレジストの代わりに、アルミナ(Al₂O₃)などの無機材料を用いることも考えられる。しかしながら、この場合には、数μm~20数μmの厚さの無機材料をパターンニングしなければならず、ベーキングしたフォトレジストを用いた場合に比べて製造が困難になるという欠点がある。

【0012】一方、軟磁性材料の多くは、適切な熱処理を行うことによって初めて優れた軟磁気特性を得ることができる場合が多い。例えば、Fe-Ta-N、Fe-Ta-Cなどの鉄系微結晶材料の膜において、飽和磁束密度1.5~1.8T、比透磁率3000~6000という優れた軟磁気特性を引き出すには、400℃以上で熱処理を行う必要がある。しかしながら、従来の高分子絶縁層を持つ薄膜磁気ヘッドにおいては、400℃以上での熱処理が不可能なため、磁気コア材料としてこれらの軟磁性膜を用いても優れた軟磁気特性を十分に引き出すことはできない。

【0013】本発明の目的は、上述した欠点を解決し、高分子絶縁膜の形成前に高分子絶縁膜の熱分解温度よりも高温で高飽和磁束密度の軟質磁性膜を熱処理すること

を可能にし、優れた特性を有する軟磁性膜と高分子絶縁膜とを備えた薄膜磁気ヘッド、およびこの薄膜磁気ヘッドを用いた磁気記憶装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、温度T₁で熱処理した飽和磁束密度B_{s1}の磁性膜A₁と、温度T₂で熱処理した飽和磁束密度B_{s2}の磁性膜A₂（ただし、T₂<T₁、B_{s2}<B_{s1}）と、厚さ1μm以下の非磁性ギャップ層と、薄膜コイルパターンと、高分子膜よりなる絶縁層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁性膜A₁が前記非磁性ギャップ層の下部と上部とに存在し、かつ前記高分子膜絶縁層の上部には前記磁性膜A₂のみが直接もしくは非磁性ギャップ層を介して存在し、かつ前記磁性膜A₁と前記磁性膜A₂とが直接もしくは前記非磁性ギャップ層を介して接続していることを特徴とする。

【0015】また、前記熱処理温度T₁が前記絶縁層の熱分解温度よりも高いことを特徴とし、磁気ヘッド浮上面の奥で前記非磁性ギャップ層を介して対抗する上下2つの前記磁性膜A₁の間に、厚さ1μm以上の無機物よりなる非磁性スペーサを有することを特徴とし、前記磁性膜A₁と前記磁性膜A₂との接続面積が、前記磁性膜A₂の信号磁束が流れる方向に直交する断面における最小断面積よりも大きいことを特徴とする。

【0016】そして、前記磁性膜A₁が、X={Fe, Co}, Y={Ta, Zr, Nb, Al}およびZ={N, C}の三元素を含むX-Y-Z三元系合金、もしくは四元系以上の合金であってもよく、また、前記磁性膜A₂が、Ni-Fe（パーマロイ）もしくはNi-Fe（パーマロイ）系多元合金、またはCo系アモルファス合金であってもよく、これらの薄膜磁気ヘッドは前記磁性膜A₁の熱処理後に前記高分子絶縁層および前記磁性膜A₂を形成することを特徴とする。

【0017】さらに、磁気記憶装置として、これらの薄膜磁気ヘッドと保磁力2500エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.03μm以上とする。もしくは薄膜磁気ヘッドと保磁力2200エルステッド以上の磁気記録媒体とを備え、前記薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.07μm以上とする。もしくは薄膜磁気ヘッドと保磁力2800エルステッド以上の磁気記録媒体とを備えてもよい。

【0018】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0019】図1は、本発明の第1の実施例を示す断面図である。図1を参照すると、第1の実施例は、成膜後400~600℃で熱処理されたFe-Ta-N膜からなる高飽和磁束密度の下部磁気コア1が、アルミナ下地層11に接して設けられている。この下部磁気コア1の膜厚は2~4μmである。また、下部磁気コア1に接し

て磁気ギャップ層5が設けられており、さらに、下部磁気コア1と磁気ギャップ層5との間には非磁性スペーサ4が設けられている。

【0020】非磁性スペーサ4は、磁気ヘッド浮上面20からスロット長さ21の距離だけ離れた箇所から5～25 μ m程度の長さで奥に延びている。この非磁性スペーサ4はスパッタ成膜したアルミナを用いる。この非磁性スペーサ4の膜厚は1～4 μ mであり、下部磁気コア1と上部磁気コア先端部2との間隔を広げ、その間の磁束の漏洩を減らすことにより磁束効率を高めている。

【0021】なお、上部磁気コア先端部2が急激な段差を持って磁気特性が劣化することのないように、非磁性スペーサの端部41にはテーパを設けてある。このテーパ角 θ は60°以下であることが好ましく、さらには、テーパ角 θ が45°以下であることがより好ましい。

【0022】上部磁気コア先端部2は、磁気ヘッド浮上面20からスロット長さ21部分を経由して非磁性スペーサ4の上まで延びている。この上部磁気コア先端部2は、成膜後400～600℃で熱処理された高飽和磁束密度のFe-Ta-N膜をパターンニングしたものであり、その膜厚は2～4 μ mである。

【0023】下部磁気コア1および上部磁気コア先端部2に用いるFe-Ta-N膜の熱処理は同時に行ってもよいが、絶縁層6、7、8の形成より前に行う必要がある。これは、絶縁層材料として200～300℃でベーキングすることにより、架橋させたフォトレジストのパターンを用いており、この材料は300℃以上の熱処理では熱分解するという理由に基づくものである。

【0024】次に、上部磁気コア先端部2と最上部の絶縁層8とに接して上部磁気コア3が置かれる。上部磁気コア先端部2と上部磁気コア3とが接する面は、周知のパターンめっき技術で形成されたパーマロイ膜パターンである。このパーマロイ膜パターンは300℃以下の磁界中熱処理により十分安定な高透磁率特性（比透磁率>2000）を示す。また、上部磁気コア3の膜厚は3～6 μ mであり、上部磁気コア先端部2より厚くなっている。

【0025】パーマロイ膜の飽和磁束密度（0.8～1.0T）は、Fe-Ta-N膜よりも小さいが、この膜厚を厚くすることにより上部磁気コア3における磁気飽和を避けることができる。また、上部磁気コア先端部2と上部磁気コア3との接続部における信号磁束の漏洩をなくするため、接続部の長さは上部磁気コア先端部2および上部磁気コア3の膜厚よりも大きくする必要がある。

【0026】なお、下部磁気コア1および上部磁気コア先端部2に用いる高飽和磁束密度膜材料としては、Fe-Ta-N膜だけでなくFe-Ta-C膜、Fe-Zr-N膜など絶縁膜の熱分解温度以上の熱処理で優れた軟磁気特性を示す鉄系微結晶膜材料を用いることで同様の

効果が得られる。

【0027】一般に、 $X = \{Fe, Co\}$ 、 $Y = \{Ta, Zr, Nb, Al\}$ 、 $Z = \{N, C\}$ を含むX-Y-Z多元系で、熱処理により優れた軟磁気特性が得られる微結晶膜材料を用いれば、同様の効果が得られる（ここに、X、Y、Zは〔 〕内の1種類以上の元素を表す）。

【0028】さらに、下部磁気コア1および上部磁気コア先端部2の材料として、鉄系微結晶材料に限らず、高分子絶縁膜の熱分解温度よりも高い温度による熱処理で軟磁気特性を改善できるような材料を用いれば、上述と同様の効果が得られることは自明である。

【0029】また、上部磁気コア3の材料としては、パーマロイめっき膜に限らず、高分子絶縁膜の熱分解温度よりも低い熱処理温度で優れた軟磁気特性が得られるパーマロイ以外のめっき膜や、スパッタ法で作成したCo系アモルファス膜材料を用いても、同様の効果が得られる。

【0030】次に、本発明の第2の実施例について説明する。

【0031】図2は、本発明の第2の実施例を示す断面図である。第2の実施例は、上部磁気コア103以外は第1の実施例と同一の構成であり、説明の重複を避けるため上部磁気コア103の構造についてのみを説明し、他については省略する。

【0032】図2を参照すると、第2の実施例では、Fe-Ta-N膜で形成された上部磁気コア103の端部30は、磁気ヘッド浮上面20より5～15 μ m程度奥に存在する。この構成では、磁気ヘッド浮上面20に飽和磁束密度の低いパーマロイ膜が露出しないので、書き込み時の磁界勾配が、第1の実施例の場合に比べて鋭くなる。したがって、より高密度記録に適した薄膜磁気ヘッドが得られる。

【0033】なお、この場合も上部磁気コア先端部2と上部磁気コア103の接続部における信号磁束の漏れをなくするため、接続部の長さは上部磁気コア先端部2および上部磁気コア103の膜厚より厚くする必要がある。

【0034】次に、本発明の第3の実施例について説明する。

【0035】図3は、本発明の第3の実施例を示す断面図である。図3を参照すると、第3の実施例は、高出力化のためにコイル層9、10以外に、絶縁層60により絶縁された3層目のコイル70を備えている。

【0036】また、第3の実施例では、アルミナ下地層110に深さ1～4 μ mの凹部40が設けられている。この凹部40の端部におけるテーパ角 θ は、60°以下であることが好ましい。また、下部磁気コア101は、この凹部40を跨ぐ形で形成されることにより、それ自体が凹部を有しており、テーパ角 θ が60°以上になると下部磁気コア101の軟磁気特性の劣化が顕著になる。

【0037】非磁性スペーサ104は、下部磁気コア101の凹部を埋める形にアルミナ膜で形成される。そして、丁度下部磁気コア101の凹部だけを埋めるような非磁性スペーサ104を形成するためには、凹部40の深さよりも若干厚いアルミナ膜をスパッタ成膜した後で表面を平坦化する。この表面の平坦化には、周知の錫(Sn)系定盤と砥粒とを用いたラッピング(研磨)技術、もしくは高分子膜を用いたエッチバック技術等を用いることにより、磁気ギャップ層105の表面をほぼ平坦にすることができる。

【0038】なお、第3の実施例においては、上部磁気コア先端部102のFe-Ta-N膜をスパッタ成膜する際に、バックギャップ部での下部磁気コア101と上部磁気コア3の接続部50も同時にFe-Ta-Nでスパッタ成膜を行う。これにより、上部磁気コア3の段差を減らして、上部磁気コア3のパターン内組成変動等による磁気特性の劣化を防いでいる。

【0039】また、この例からも判るように、本発明はコイルの層数とは無関係に適用できる。すなわち、4層のコイルを有する薄膜磁気ヘッドや、1層コイルの薄膜磁気ヘッドに対しても当然適用できる。

【0040】上述した各実施例で説明した構造および製造方法により提供する薄膜磁気ヘッドの磁気コアは、パーマロイのみで製造された磁気コアに比べ、飽和磁束密度と透磁率が高い。したがって、これらの薄膜磁気ヘッドと高保磁力の磁気記録媒体と組み合わせることにより、高記録密度の磁気記憶装置を実現できる。例えば、Fe-Ta-N膜を用いた薄膜磁気ヘッドは、書き込み磁界強度がパーマロイのみの薄膜磁気ヘッドの約1.5倍になる。

【0041】これにより、薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.03 μ m以上に保って高い信頼性を確保しつつ、保磁力2500エルステッドという大きな値の磁気記録媒体に対して情報を書き込むことができる。また、薄膜磁気ヘッドの浮上隙間を0.07 μ m以上に保ちながら、保磁力2200エルステッドという大きな値の磁気記録媒体に対しても情報を書き込むことができる。そして、さらに浮上隙間を小さくしてコンタクトレコーディング(接触記録)を行えば、保磁力2800エルステッド以上の磁気記録媒体にも情報の書き込みが可能であり、高性能な磁気記憶装置を提供できる。

【0042】

10

【発明の効果】以上説明したように、本発明の薄膜磁気ヘッドは、上部磁気コアが層の構成上、高分子絶縁膜よりも下に配置するような構造およびその製造方法を提供することにより、高分子絶縁膜の形成前に、高分子絶縁膜の熱分解温度よりも高温で高飽和磁束密度軟質磁性膜を熱処理することを可能にし、優れた特性の軟磁性膜と高分子絶縁膜とを備えた薄膜磁気ヘッドが提供できるとともに、この薄膜磁気ヘッドと高保磁力の磁気記録媒体とを組み合わせることにより、高記録密度の磁気記憶装置を提供できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施例を示す断面図である。

【図4】従来例を示す断面図である。

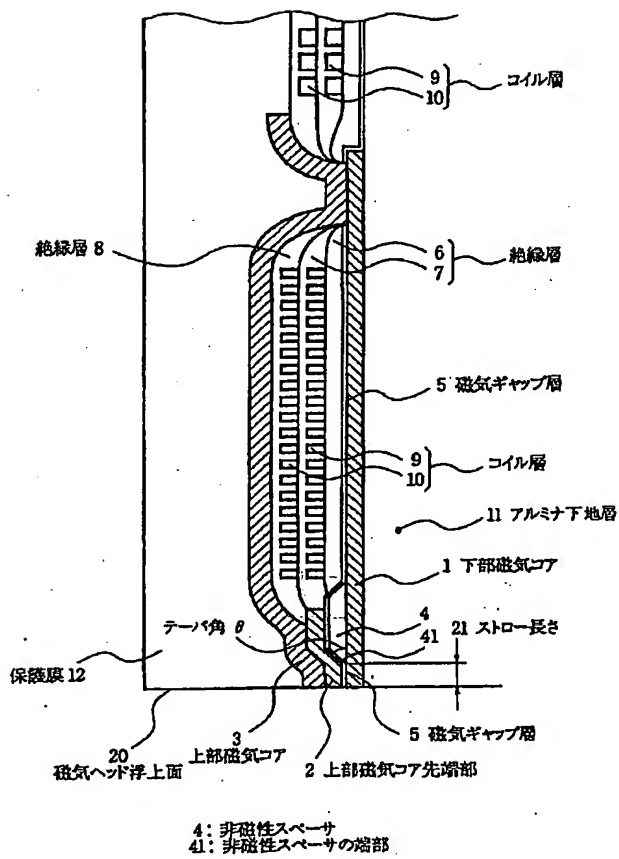
【符号の説明】

- | | |
|--------------|------------|
| 1 | 下部磁気コア |
| 2 | 上部磁気コア先端部 |
| 3 | 上部磁気コア |
| 4 | 非磁性スペーサ |
| 5 | 磁気ギャップ層 |
| 6, 7, 8 | 絶縁層 |
| 9, 10 | コイル層 |
| 11, 110, 111 | アルミナ下地層 |
| 12 | 保護膜 |
| 20 | 磁気ヘッド浮上面 |
| 21 | スロート長さ |
| 30 | 上部磁気コアの端部 |
| 31 | 下部磁気コア |
| 32 | 下部磁気コア先端部 |
| 33 | 上部磁気コア先端部 |
| 34 | 上部磁気コア |
| 40 | 凹部 |
| 41 | 非磁性スペーサの端部 |
| 50 | 接続部 |
| 60 | 絶縁層 |
| 70 | 3層目のコイル |
| 101 | 下部磁気コア |
| 102 | 上部磁気コア先端部 |
| 103 | 上部磁気コア |
| 104 | 非磁性スペーサ |
| 105 | 磁気ギャップ層 |

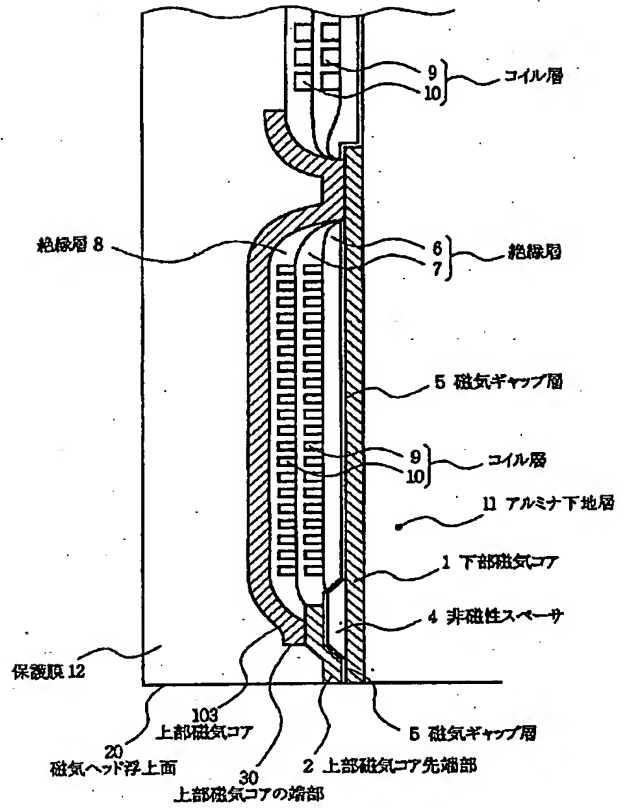
30

40

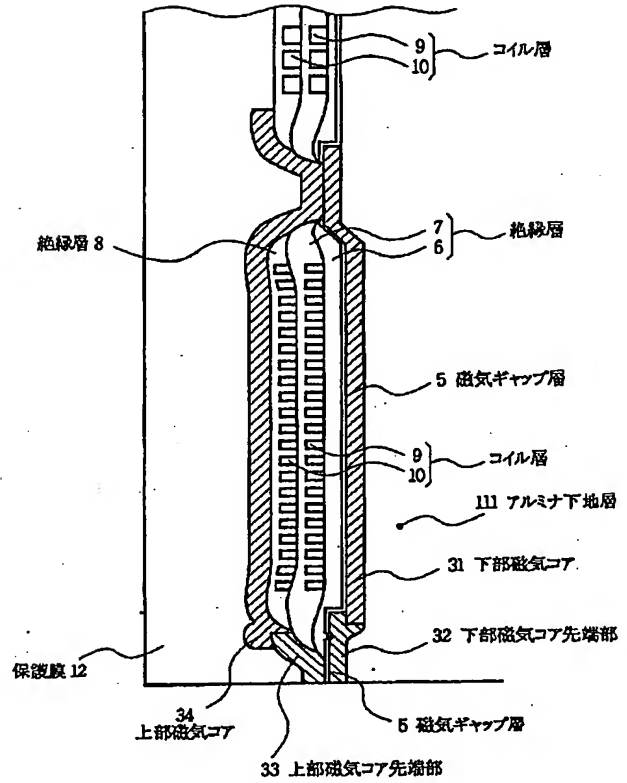
【図 1】



【図 2】



【図 4】





PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10105919 A**(43) Date of publication of application: **24 . 04 . 98**

(51) Int. Cl.

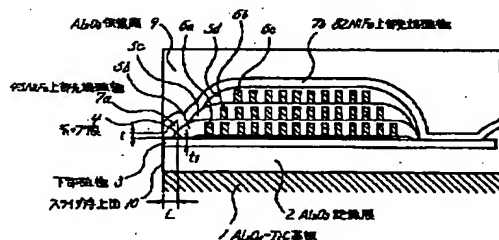
G11B 5/31(21) Application number: **08254886**(71) Applicant: **NEC IBARAKI LTD**(22) Date of filing: **26 . 09 . 96**(72) Inventor: **TSUDA TADAAKI**(54) **THIN FILM MAGNETIC HEAD**

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve performance of a thin film magnetic head in writing and reading in high density recording.

SOLUTION: In the thin film magnetic head having a lower magnetic pole 3, a gap layer 4, conductive coils 6a to 6c and an upper magnetic pole, the upper magnetic pole is composed of a top end magnetic pole and a rear end magnetic pole, the upper rear end magnetic pole is formed by covering whole of the upper top end magnetic pole and is exposed to a slider floating surface 10. Then, the magnetic materials of the upper top end magnetic pole and the upper rear end magnetic pole are made of different materials from each other and are magnetically bonded. The upper top end magnetic pole is made of a magnetic material of high saturation magnetic flux density (B_s). Since magnetic field intensity and magnetic field gradient at the time of writing-in can be made larger, a magnetization inversion region of a magnetization pattern written in a magnetic recording medium can be reduced, half-value width (PW_{50}) of reproducing output is reduced and rear error can be suppressed.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-105919

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月24日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

C

D

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平8-254886

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 9 月26日

(71) 出願人 000119793

茨城日本電気株式会社

茨城県真壁郡関城町関館字大茶367-2

(72) 発明者 津田 忠秋

茨城県真壁郡関城町関館字大茶367の2

茨城日本電気株式会社内

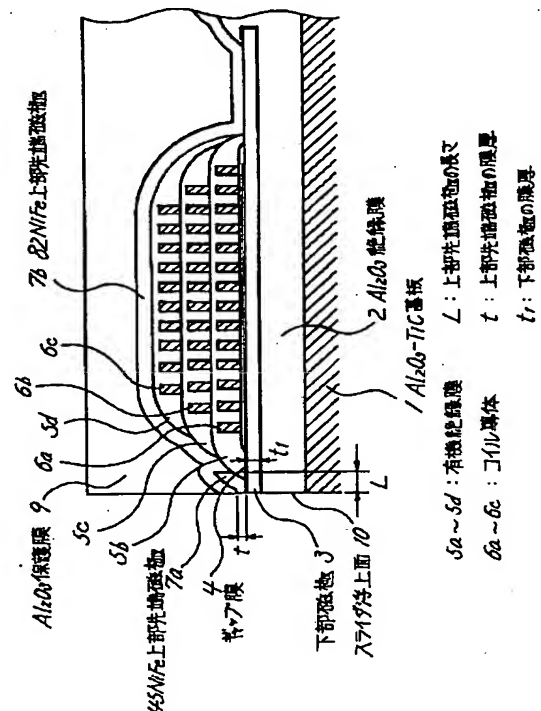
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 高密度記録における書き込み・読み込み時の性能向上をはかる。

【解決手段】 下部磁極 3、ギャップ層 4、導体コイル 6a~6c および上部磁極を有する薄膜磁気ヘッドにおいて、上部磁極が先端磁極と後端磁極とで構成されており、上部後端磁極が上部先端磁極をすべて覆って形成され、上部後端磁極はスライダ浮上面 10 に露出している。そして、上部先端磁極と上部後端磁極の磁性材料は異種材料からなり、かつ磁氣的に結合している。この上部先端磁極は高飽和磁束密度 (Bs) の磁性材料からなっている。これにより、書き込み時の磁界強度および磁界勾配を大きくできるため、磁気記録媒体に書き込まれる磁化パターンの磁化反転領域を減少でき、再生出力の半値幅 (PW₅₀) が減少し、リードエラーを抑制できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に下部磁極、ギャップ層、導体コイルおよび上部磁極を順次積層してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁極は異種材料からなる上部先端磁極と上部後端磁極とから構成され、それらの磁極が浮上面に露出し、かつ磁氣的に結合していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記上部先端磁極の長さを L 、前記上部先端磁極の膜厚を t 、前記下部磁極の膜厚を t_1 としたとき、

$2\mu\text{m} \leq L \leq 5\mu\text{m}$ かつ $t = t_1 \pm 0.5\mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 前記上部先端磁極は、高飽和磁束密度(B_s)の磁性材料からなることを特徴とする請求項1または2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記高飽和磁束密度(B_s)の磁性材料が、52~57wt%のFe組成を有するNiFe(45NiFe)もしくはFeTa₂Nであることを特徴とする請求項1~3のいずれか1項記載の薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜磁気ヘッドに関し、特に薄膜磁気ヘッドにおける磁極の構成および材料に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の薄膜磁気ヘッドは、図3に示すように、Al₂O₃-TiC基板1上にスパッタリング法、フォトリソグラフィ技術、めっき法等によりAl₂O₃、絶縁膜2を形成し、下部磁極3を形成後、ギャップ膜4を成膜し、有機絶縁膜5a~5d、コイル導体6a~6cを交互に積層し、次いで、上部磁極7、Al₂O₃、保護膜10を順次積層する。ここ下部磁極3および上部磁極7には軟磁性体である16~20wt%のFe組成からなるNiFe(以下、82NiFeという)が最もよく用いられている(例えば、特開平1-317215号公報)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の薄膜磁気ヘッドは、上部磁極および下部磁極に82NiFe膜を用いているが、高密度記録を行うために磁気記録媒体の保持力(H_c)を高くすると、記録時に書き込み電流をさらに増加し、ギャップ部から発生する磁界強度(H_x)を増加させる必要がある。

【0004】しかし、必要以上に書き込み電流を増加すると、82NiFe膜が過飽和してしまい、 H_x は増加するものの媒体保持力での磁界勾配が極端に低下するため、磁気記録媒体上に記録した磁化遷移長が長くなり、隣接ビットとの区別が困難となる。これにより、再生時にはオーバーライト(O/W)特性の劣化、半値幅(PW

の増大、再生出力の低下などを引き起し、高密度記録を行う場合に十分な記録・再生能力が得られないという欠点がある。

【0005】本発明の目的は、高密度記録における書き込み・読み込み時の性能向上をはかった薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、基板上に下部磁極、ギャップ層、導体コイルおよび上部磁極を順次積層してなる薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁極は異種材料からなる上部先端磁極と上部後端磁極とから構成され、それらの磁極が浮上面に露出し、かつ磁氣的に結合していることを特徴とする。

【0007】そして、前記上部先端磁極の長さを L 、前記上部先端磁極の膜厚を t 、前記下部磁極の膜厚を t_1 としたとき、 $2\mu\text{m} \leq L \leq 5\mu\text{m}$ 、かつ $t = t_1 \pm 0.5\mu\text{m}$ であることを特徴とする。

【0008】また、前記上部先端磁極は、高飽和磁束密度(B_s)の磁性材料からなることを特徴とし、この高飽和磁束密度(B_s)の磁性材料が、52~57wt%のFe組成を有するNiFe(45NiFe)もしくはFeTa₂Nであってもよい。本発明の薄膜磁気ヘッドは、上部磁極の先端部に高 B_s 材料を用いることにより、よりも大きな書き込み電流を流しても磁極先端部で過飽和することはない。

【0009】

【発明の実施の形態】次に、本発明について図面を参照して説明する。

【0010】図1は、本発明の薄膜磁気ヘッドの一実施の形態を示す断面図である。図1を参照すると、まず、スライド材料となるAl₂O₃-TiC基板1の表面に、スパッタリング法を用いて電磁変換素子をAl₂O₃-TiC基板から絶縁するためのAl₂O₃、絶縁膜2を形成し、この基板上にスパッタリング法、フォトリソグラフィ技術、電気めっき法によって下部磁極3を形成する。

【0011】このメッキ浴には、N. C. Anderson and C. R. Grover, Jr., U. S. Patent 4, 279, 707 (1981)に記載のLCD-B浴を一部改良したものを使用し、16~20wt%のFe組成を有するNiFe(82NiFe)を用いた。

【0012】次に、スパッタリング法により、外部磁界を発生させるための非磁性のギャップ膜4(例えば、Al₂O₃膜等)を形成し、下部磁極3と上部後端磁極7bの接続部に対応する部分をイオンミリング法により除去し、フォトリソグラフィ技術にてパターンニングしたフォトレジストをハードベーク(焼成)して有機絶縁膜5aを形成しフォトリソグラフィ技術、スパッタリング法、電気メッキ法によりコイル導体6aを形成する。

10

20

30

40

50

そして、フォトリソグラフィ技術にてパターンニングしたフォトレジストをハードベークして有機絶縁膜5bを形成する。

【0013】次に、フォトリソグラフィ技術によりレジストフレームを形成した後、電気メッキ法によって上部先端磁極7aを形成する。この上部先端磁極7aの材料には高Bs磁性材料を用いた。本実施例では、高Bs磁性材料として52～57wt%のFe組成を有するNiFe膜(45NiFe)を用いた。このとき、上部先端磁極7aの長さLはスライダ浮上面10から2～5μmの範囲内とし、また、上部先端磁極7aの膜厚tは下部磁極3膜厚t1±0.5μmとした。

【0014】続いて、フォトリソグラフィ技術、スパッタリング法、電気メッキ法により、有機絶縁膜5a～5dとコイル導体6a～6cとを所定の層数になるまで繰り返し形成する。本実施例の場合は3層に形成した。

【0015】さらに、フォトリソグラフィ技術、電気メッキ法により上部後端磁極7bを上部先端磁極7aをすべて覆い、かつ、上部後端磁極7bの後部が下部磁極3に接合されるように形成する。そして、上部後端磁極7bには82NiFeを用い、最後にAl₂O₃保護膜9により全体を覆って薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0016】次に、本発明の薄膜磁気ヘッドの動作について説明する。

【0017】図1を参照すると、まず、コイル導体6に電流を流すことによって発生する磁束を下部磁極3、上部先端磁極7a、上部後端磁極7bに誘導し、ギャップ膜4を介して上部先端磁極7aと下部磁極3が対向する部分より外部磁場を発生させ、磁気記録媒体(図示せず)を磁化することにより情報を記録する。このとき、磁気記録媒体に記録される磁化パターンは、磁界強度(H)と上部磁極側から発生する磁界分布の影響を受ける。

【0018】本実施例では、ギャップ膜4に隣接した上部先端磁極7aには、82NiFeよりも飽和磁束密度(Bs)の高い磁性材料として45NiFeを用いている。このため、上部先端磁極7aの飽和が抑えられ、図4(a)に示すように、本発明の薄膜磁気ヘッドのギャップ近傍における磁界分布は、図4(b)に示す従来の薄膜磁気ヘッドのギャップ近傍における磁界分布に比較して強い磁界強度(H)が得られ磁界勾配が鋭化する。従って、より高保磁力(Hc)の磁気記録媒体でも飽和記録を行うことができる。

【0019】次に、本発明の別の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0020】図2は、本発明の薄膜磁気ヘッドの別の実施の形態を示す断面図である。図2を参照すると、本実施例では、上部先端磁極7aに高Bs磁性材料のFeTa₂Nを用いている。上述した実施例(第1の実施例)の場合と同様に、下部磁極3までを形成する。次いで、ポ

ールハイトを形成するためのAl₂O₃絶縁膜をスパッタリングし、フォトリソグラフィ技術にてフォトレジストをパターンニングし、イオンミリング法によりAl₂O₃絶縁膜8を形成し、ギャップ膜4をスパッタリングにより形成する。

【0021】後工程は、第1の実施例の場合と同様に、有機絶縁層5(5a～5d)、コイル導体6(6a～6c)を交互に形成し、さらに、上部後端磁極7bを形成する。

【0022】ここで、ポールハイトを形成するためにAl₂O₃絶縁膜8を形成した理由は、FeTa₂Nに対して磁気異方性を定着させるには、高温処理(例えば、500℃程度)が必要であるが、第1の実施例の場合ように、有機絶縁膜5bを用いてポールハイトを形成すると、有機絶縁膜5(5a～5d)が高温で劣化することによる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の薄膜磁気ヘッドは、上部磁極のギャップ隣接部に飽和磁束密度の高い52～57wt%のFe組成を有する45NiFeを積層するため、書き込み時の能力を向上させることができる。

【0024】また、書き込み時の磁界強度および磁界勾配を大きくできるため、磁気記録媒体に書き込まれる磁化パターンの磁化反転領域を減少でき、読み込み時の再生出力の半値幅(PW₅₀)が減少し、再生時のリードエラーを抑制できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の薄膜磁気ヘッドの一実施の形態を示す断面図である。

【図2】本発明の薄膜磁気ヘッドの別の実施の形態を示す断面図である。

【図3】従来の薄膜磁気ヘッドの一例を示す断面図である。

【図4】本発明および従来の薄膜磁気ヘッドの磁界分布を示す模式図である。

【符号の説明】

1 Al₂O₃ -TiC基板

2, 8 Al₂O₃ 絶縁膜

3 下部磁極

4 ギャップ膜

5a～5d 有機絶縁膜

6a～6c コイル導体

7 上部磁極

7a 45NiFe 上部先端磁極

7b 82NiFe 上部後端磁極

9 Al₂O₃ 保護膜

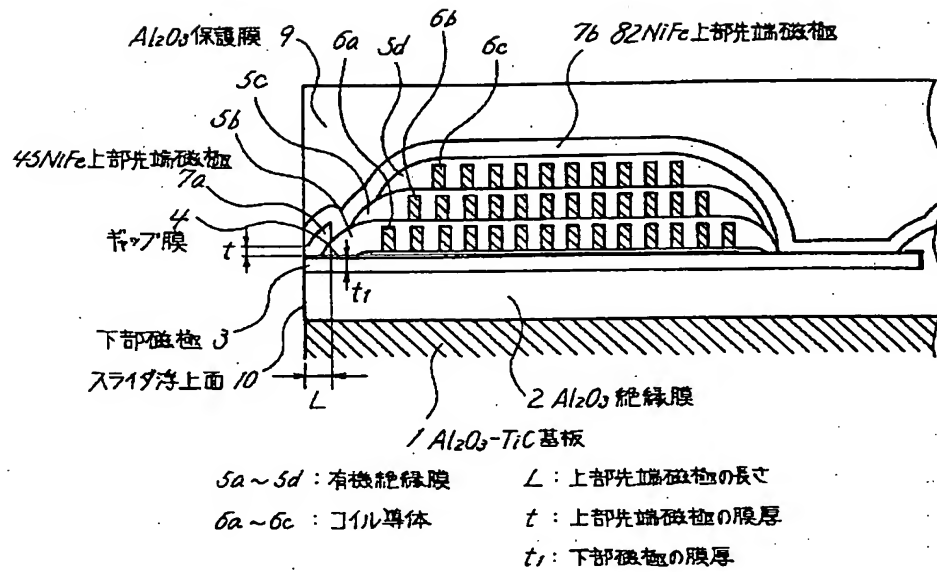
10 スライダ浮上面

L 上部先端磁極の長さ

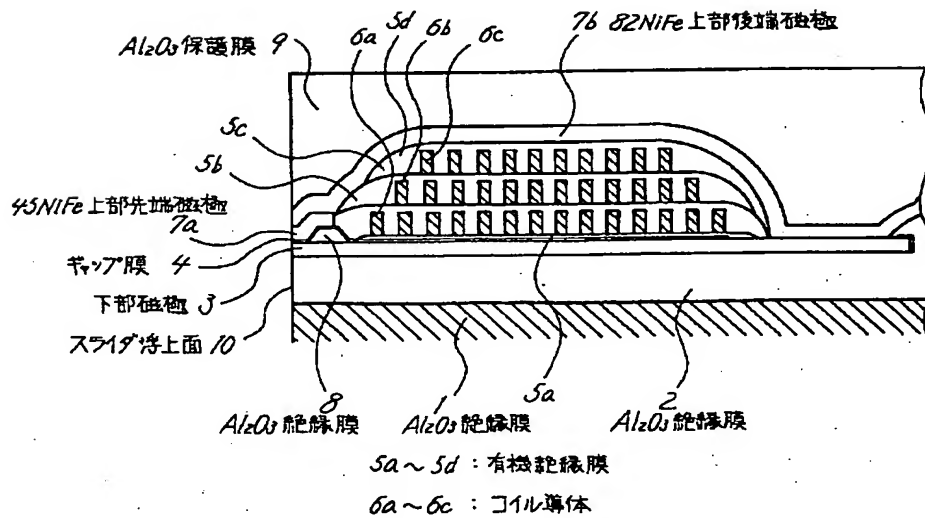
t 上部先端磁極の膜厚

t₁ 下部磁極の膜厚

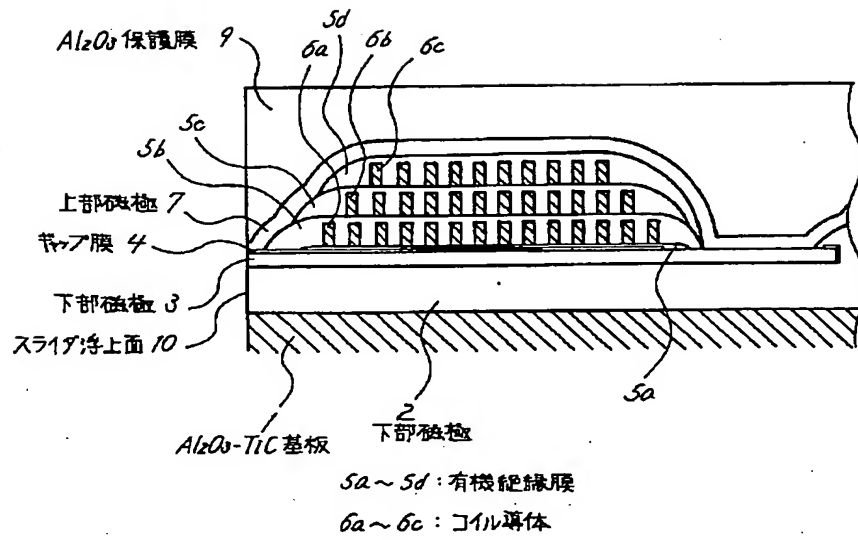
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

